

PCT

世界知的所有権機関
国際事務局

特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類7

H02K 29/00, 21/14

A1

(11) 国際公開番号

WO00/64036

(43) 国際公開日

2000年10月26日(26.10.00)

(21) 国際出願番号

PCT/JP00/02566

(22) 国際出願日

2000年4月20日(20.04.00)

(30) 優先権データ

特願平11/112864

1999年4月20日(20.04.99)

JP

(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)

株式会社 ミツバ(MITSUBA CORPORATION)[JP/JP]
〒376-8555 群馬県桐生市広沢町一丁目二六八一番地
Gunma, (JP)

(72) 発明者 ; および

(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)

内山英和(UCHİYAMA, Hidekazu)[JP/JP]

〒371-0244 群馬県勢多郡宮城村大字鼻毛石1591-1 Gunma, (JP)

野末 裕(NOZUE, Yutaka)[JP/JP]

〒379-2312 群馬県新田郡笠懸町大字久宮148-12 Gunma, (JP)

(74) 代理人

筒井大和, 外(TSUTSUI, Yamato et al.)

〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目22番45号

N.S. Excel 301 筒井国際特許事務所 Tokyo, (JP)

(81) 指定国 ID, IN, JP, US, 欧州特許 (DE, IT)

添付公開書類

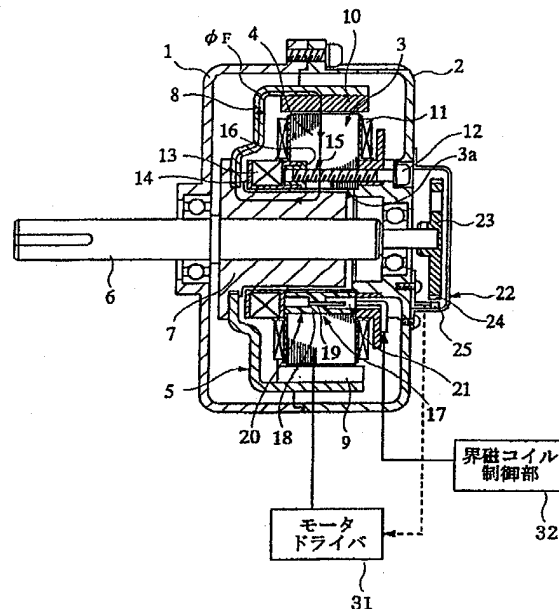
国際調査報告書

(54)Title: BRUSHLESS MOTOR

(54)発明の名称 ブラシレスモータ

(57) Abstract

A brushless motor comprises a stator (3) with an armature coil (11) wound on it, a rotor (5) capable of rotating inside or outside the stator (3), a ring magnet (24) and a sensor unit (25) which detect the position of the rotor, a motor driver (31) for energizing the armature coil (11) so that a rotating magnetic field may appear according to the rotor position. The rotor (5) comprises a field magnet that includes a plurality of permanent magnets (9) magnetized to the same pole and a plurality of control poles (10) of magnetic material interposed between the permanent magnets (9). The stator (3) is provided with a field coil (13) that forms a closed magnetic circuit passing through the control poles (10). The characteristics of the motor are controlled without sacrificing motor efficiency by controlling the direction and amount of current for energizing the field coil (13).

31... MOTOR DRIVER
32... FIELD COIL CONTROLLER

(57)要約

電機子コイル 1 1 が巻装された固定子 3 と、固定子 3 の内側または外側に回転自在に配設された回転子 5 と、回転子の位置を検出するリングマグネット 2 4 およびセンサユニット 2 5 と、回転子の位置に基づき回転磁界が形成されるように電機子コイル 1 1 に対し通電を行うモータドライバ 3 1 とを有する。回転子 5 は、同極着磁された複数の永久磁石 9 と、永久磁石 9 の間に配設された磁性材料からなる複数の制御極 1 0 とを備えた界磁子を有する。また、制御極 1 0 を通る閉磁路を形成する界磁コイル 1 3 を固定子 3 側に設ける。界磁コイル 1 3 への通電方向と通電量を制御することにより、モータ効率を犠牲にすることなく、モータの特性を制御する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノールウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書

ブラシレスモータ

5 技術分野

本発明は、その特性を変更可能なモータに関し、特に、ブラシレスモータに適用して有効な技術に関するものである。

背景技術

10 従来、ブラシレスモータは、電機子コイルへの通電・転流を半導体素子を用いて非接触で行わせるため、電機子を固定子として、また、界磁子を回転子として構成している。そして、界磁子としてはマグネットを用いたものと、電磁石を用いたものがあるが、これも非接触で行う必要性から現在ではマグネットを用いたものが主流となっている。

15 図9は、このような従来のブラシレスモータの構成を示す説明図である。図9の装置は、いわゆるアウトロータ型のブラシレスモータであり、エンドブラケット101に固定された固定子102と、固定子102のステータコア103の外周に回転自在に配設された回転子104とを備えた構成となっている。回転子104は、ロータシャフト105に取り付けられた有底円筒形状のヨーク106と、
20 ヨーク106の内周に配設されたマグネット107を備え、このマグネット107がステータコア103の外周と所定のエアギャップを介して対向するようになっている。

また、回転子104にはその回転位置を検出するためのセンサロータユニット108が取り付けられている。センサロータユニット108は、一般にアルミニウムや合成樹脂等の非磁性体材によって形成されたセンサロータ109にリング
25 マグネット110を取り付けた構成となっている。これに対しエンドブラケット101側には、このリングマグネット110と対向する位置に、ホール素子等を用いたセンサユニット111が設けられている。この場合、リングマグネット110は回転子104のマグネット107と同じ磁極数に着磁されている。従って、

リングマグネット110の磁極変化をセンサユニット111にて検出することにより、それと同期して回転する回転子104の回転位置がわかるようになっている。

一方、ステータコア103には、例えば3相Y結線されたモータ巻線（電機子
5 コイル）112が巻回されている。このモータ巻線112の各相には、センサユニット111からの信号に基づき、図示しないドライバ回路から順次回転磁界が形成されるように通電される。そして、これにより回転子104が固定子102の周囲にて回転し、ロータシャフト105が回転駆動される。

ここで、界磁手段としてマグネットを用いたものでは、モータ設計上、磁気回
10 路的にはその有効磁束が固定される。このため、モータとしての特性も電圧が一定の場合には、1つの巻線仕様では1種類に固定される。図10は、従来のブラシレスモータの特性を示す線図であり、電源電圧が12Vの場合の特性の一例である。

図10においてTはモータトルク、Nはモータ回転数であり、図10に示した
15 ように従来のブラシレスモータでは、電圧を一定とするとトルク、回転数は一様に決定される。従って、ブラシレスモータを用いて機器を製作する場合には、この特性を基に動作点を決めることになる。

この場合、モータが一定負荷状態で使用される場合には特性が固定されていて
20 も問題はない。しかしながら、負荷状態が変動するような使用状況でモータを効率良く使用したい場合には、特性が固定されていては不都合な場合がある。

例えば、小型の電気自動車に使用されるモータでは、簡単のため変速機を持た
ない場合を想定すると、スタート時や登坂時にはモータ特性としては、「低回転
- 高トルク」型が望ましい。しかしながら、そのままでは回転数の上限が低い
ため最高速が低く抑えられてしまう。一方、巻線仕様を変えて「高回転- 低
25 ルク」型とすると、今度は登坂能力が低くなり、また、登坂時やスタート時の消費電流が多くなる。すなわち、モータ単体によって、一定電圧・同一巻線仕様の下、前記2つの特性を同時に実現するのはきわめて困難であり、電流とトルクや回転数が機器とマッチングしない時には、モータ単体ではなく減速機等を用いて目的の回転数やトルクを得るようシステムを構築する必要が生じる。

なお、近年「弱め界磁」なる名称で、前記両特性に比較的近い効果を発揮する技術も登場している。ここでは、電子的にモータ進角を変更して可変特性を実現しており、例えば高回転・低トルクのモータとする場合には進角度を大きくしてモータ特性を変更している。しかしながら、この場合確かにその目的とする方向
5 に特性が変化するものの、同時にモータ効率も低下してしまうという問題がある。また、電氣的にモータ進角を変更する手段を設ける必要があることから、モータドライバ回路が複雑となり、コスト高となるという問題もあった。

一方、界磁巻線を備え界磁手段として電磁石を用いたブラシレスモータでは、界磁巻線への通電量を制御することでモータの特性を変更することができるため、
10 前述のような問題は界磁手段としてマグネットを用いたものほど大きくない。しかしながら、界磁のためのエネルギーは全て電源に依存することになるため、入力エネルギーのうち界磁電力の占める割合が大きくなり、モータの効率が低下するという問題がある。特に、小出力のモータでは影響が顕著であり、その改善が望まれていた。

15

発明の開示

本発明の目的は、モータ効率を犠牲にすることなく、その特性を変更することが可能なブラシレスモータを提供することにある。

上記目的を達成するため本発明のブラシレスモータは、電機子コイルが巻装された固定子と、前記固定子の内側または外側に回転自在に配設された回転子と、
20 前記回転子の位置を検出する回転子位置検出手段と、前記回転子位置検出手段の検出結果に基づき前記電機子コイルと前記回転子との間に回転磁界が形成されるように前記電機子コイルに対し通電を行う通電制御手段とを有してなるブラシレスモータであって、前記回転子に設けられ、同極に着磁された複数の永久磁石と、
25 前記永久磁石の間に配設された磁性材料からなる複数の制御極とを備えた界磁子と、前記制御極を通る閉磁路を形成する界磁コイルと、前記界磁コイルへの通電方向と通電量の少なくとも何れか一方を制御することにより前記界磁コイルが発生する磁束を変化させ、前記回転子と前記固定子の間に作用する有効磁束量を制御してモータ特性を変化させるモータ特性制御手段とを有することを特徴として

いる。

また、本発明の他のブラシレスモータは、中央に空隙部を有するステータコアに電機子コイルを巻装してなる固定子と、磁性材料からなり前記固定子の外側に回転自在に配設された有底円筒形状のヨークを備えた回転子と、前記回転子の位置を検出する回転子位置検出手段と、前記回転子位置検出手段の検出結果に基づき前記電機子コイルと前記回転子との間に回転磁界が形成されるように前記電機子コイルに対し通電を行う通電制御手段とを有してなるブラシレスモータであって、前記回転子に設けられ、同極に着磁された複数の永久磁石と、前記永久磁石の間に配設された磁性材料からなる複数の制御極とを備えた界磁子と、前記回転子の中心部に軸方向に沿って突設され、前記固定子の前記空隙内に前記固定子との間にエアギャップを有して配設された磁性材料からなるボスロータと、前記ボスロータを囲む方向に巻線された状態で前記ヨークの底部と対向して前記固定子に配設され、前記ボスロータ、前記ヨーク、前記制御極、前記ステータコアを通る閉磁路を形成する界磁コイルと、前記界磁コイルへの通電方向と通電量の少なくとも何れか一方を制御することにより前記界磁コイルが発生する磁束を変化させ、前記回転子と前記固定子の間に作用する有効磁束量を制御してモータ特性を変化させるモータ特性制御手段とを有することを特徴としている。

さらに、本発明の他のブラシレスモータは、電機子コイルを巻装してなるステータコアと前記ステータコアを保持する磁性材料によって形成されたブラケットとを備えた固定子と、磁性材料からなり前記固定子の内側に回転自在に配設された回転子コアを備えた回転子と、前記回転子の位置を検出する回転子位置検出手段と、前記回転子位置検出手段の検出結果に基づき前記電機子コイルと前記回転子との間に回転磁界が形成されるように前記電機子コイルに対し通電を行う通電制御手段とを有してなるブラシレスモータであって、前記回転子に設けられ、同極に着磁された複数の永久磁石と、前記永久磁石の間に配設された磁性材料からなる複数の制御極とを備えた界磁子と、前記回転子コアから径方向に沿って突設され、前記固定子との間にエアギャップを有して配設された磁性材料からなる磁路形成部材と、前記回転子コアを囲む方向に巻線された状態で前記固定子側に配設され、前記回転子コア、前記制御極、前記ステータコア、前記ブラケットおよ

び前記磁路形成部材を通る閉磁路を形成する界磁コイルと、前記界磁コイルへの通電方向と通電量の少なくとも何れか一方を制御することにより前記界磁コイルが発生する磁束を変化させ、前記回転子と前記固定子の間に作用する有効磁束量を制御してモータ特性を変化させるモータ特性制御手段とを有することを特徴として

5 している。

これにより、本発明によるモータでは、同一電源電圧下において巻線仕様を変えることなく、界磁電流の制御によって、その特性を幅広く制御することができる。従って、ひとつのモータを、低回転－高トルク型としても、また高回転－低トルク型としても使用することができ、モータの小型化や消費電流の削減、設計

10 自由度の向上などを図ることが可能となる。

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

15 図1は、本発明の実施の形態1であるブラシレスモータの主要部を示す正面断面図である。

図2は、図1のモータにおける回転子と固定子の配置状態の概要を示す説明図である。

図3は、図1のモータの特性の一例を示す線図である。

20 図4は、本発明の実施の形態2であるブラシレスモータの主要部を示す正面断面図である。

図5は、図4のモータにおける回転子と固定子の配置状態の概要を示す説明図である。

図6は、図4のモータの特性の一例を示す線図であり、モータ電流と回転数および出力との関係を示している。

25

図7は、図4のモータの特性の一例を示す線図であり、モータ電流と回転数およびトルクとの関係を示している。

図8は、本発明のモータを二輪車用エンジンのスタータモータとして使用した場合のモータ特性を示す説明図である。

図 9 は、従来のブラシレスモータの構成を示す説明図である。

図 10 は、従来のブラシレスモータの特性を示す線図であり、電源電圧が 12 V の場合の特性の一例である。

5 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

(実施の形態 1)

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は本発明の実施の形態 1 であるブラシレスモータ（以下、モータと略記する）の主要部を示す正面断面図、図 2 は図 1 のモータにおける回転子と固定子の配置状態の概要を示す説明図である。

本発明によるモータは、界磁子として永久磁石と、界磁コイルによって励磁される制御極とを配したハイブリッド界磁方式を採用した構成となっており、界磁コイルへの通電方向や通電量を制御することにより、同一電源電圧・同一巻線仕様のモータであってもその特性を幅広く変えることができるようになっている。

実施の形態 1 のモータは、図 1 に示したように、いわゆるアウトロータ型のブラシレスモータとして構成されている。すなわち、当該モータは、フロントブラケット 1 とエンドブラケット 2 の中に、エンドブラケット 2 に固定された固定子 3 と、固定子 3 のステータコア 4 の外周に回転自在に設けられた回転子 5 とを配設した構成となっている。

ここで、回転子 5 は、出力軸であるロータシャフト 6 に固定されたボスロータ 7 と、このボスロータ 7 に取り付けられた有底円筒形状のヨーク 8 とを備え、ロータシャフト 6 とヨーク 8 は共に鉄等の磁性材料から形成されている。また、ヨーク 8 の内周には複数のマグネット（永久磁石） 9 が周方向に所定間隔を置いて、例えば、N 極が内周側に来るように同極着磁状態で配設されている。さらに、当該モータでは、これらのマグネット 9 の間に磁性材料によって形成された制御極 10 が複数個、周方向に配設されており、この制御極 10 によってマグネット 9 の反対極（S 極）が構成される。つまり、当該モータでは、このマグネット 9 と制御極 10 により界磁子が形成されている。

従って、当該モータでは、制御極 10 を使用する分、マグネット 9 の使用量を半減させることができ、オールマグネットタイプのモータに比して大幅なコストダウンが実現できる。その一方、オール界磁コイルタイプのモータに比して、界磁入力力の相当分をマグネットが負担することになるため、特に小出力モータにおいて、高効率のモータを実現することが可能となっている。

固定子 3 は、ステータコア 4 に電機子コイル 11 を 3 相 Y 結線に巻装した構成となっており、全体的に大略ドーナツ状に形成されている。そして、固定子 3 はブラケット 1, 2 の内部において回転子 5 と同心に配置され、ボルト 12 によってエンドブラケット 2 に締結されている。また、電機子コイル 11 は図示しないリード線によってモータドライバ（通電制御手段） 31 に接続されており、電機子コイル 11 の各相には、後述するセンサユニットからの信号に基づき、固定子 3 と回転子 5 との間に順次回転磁界が形成されるように通電される。

固定子 3 の内周面側には空隙部 3a が設けられており、そこに回転子 5 のボスロータ 7 が、固定子 3 の内周面との間にエアギャップを形成した状態で挿入されている。また、固定子 3 の外周面は、回転子 5 のマグネット 9 および制御極 10 群の内周面に所定のエアギャップを介して対向した状態になっている。すなわち、回転子 5 は中央部のボスロータ 7 が固定子 3 の中央部に挿入された状態でロータシャフト 6 に固定され、その状態でマグネット 9 および制御極 10 群が固定子 3 の周囲を回転し得るように構成されている。

固定子 3 には、そのヨーク 8 の底壁に対向する側の端面に、樹脂等の非磁性材または鉄等の磁性材のボビンに巻線された界磁コイル 13 が、ボスロータ 7 を囲むように設けられている。この場合、界磁コイル 13 によって発生する磁束は、透磁率が低いマグネット 9 よりも磁気抵抗の小さい制御極 10 に集中する。このため、界磁コイル 13 は通電により、ボスロータ 7 → ヨーク 8 → 制御極 10 → ステータコア 4 → ボスロータ 7 なる閉磁路を形成する。

すなわち、モータ内においては、界磁コイル 13 によって図 1 に ϕ_F で示されるループが形成される。また、マグネット 9 によっても図 2 に ϕ_M で示される磁気ループが形成される。これらのループは、そのループ面が互いに直交するため、基本的には互いに干渉しない。但し、磁路各部のパーミアンスの関係から、制御

極10およびそれと対向するステータコア4でこれらは合流する磁路構成となる。つまり、電機子コイル11に作用する有効磁束はマグネット9からのものと、界磁コイル13からのものとを合成したものとなる。

- 5 そこで、本発明によるモータでは、界磁コイル13の通電方向や電流量を変化させることにより、そこに発生する磁束の方向や量を変化させて、両磁路の合流部を流れる磁束の量と方向を変化させる。そして、これにより回転子5と固定子3との間の有効磁束量を変化させ、モータ特性を適宜制御するようにしている。

- 10 界磁コイル13はコイルボビン14に巻回されており、コイルボビン14はボルト12によって固定子3に取り付けられている。この場合、固定子3のステータコア4には、ボルト挿通孔15が複数本、周方向に間隔を置かれて軸方向に貫通するように開設されている。他方、界磁コイル13のコイルボビン14の図1において右側の端面には、ナット部16が複数、各ボルト挿通孔15にそれぞれ対応するように配設されている。そして、ボルト12がエンドブラケット2の外側からボルト挿通孔15に挿入されて各ナット部16にねじ込まれることにより、
15 界磁コイル13は固定子3と共にエンドブラケット2に締結される。

- 界磁コイル13のコイルボビン14の一部には給電部17が設けられている。給電部17は、絶縁性を有する樹脂が使用されて棒状に形成されたホルダ18と、界磁コイル13に電氣的に接続された雄端子部材19とを備えている。雄端子部材19はホルダ18に軸方向に挿通されて保持されている。雄端子部材19は、
20 ホルダ18をステータコア4に開設された給電部挿通孔20に挿通することにより、固定子3のエンドブラケット2側に引き出され、そこで雌端子部材21が電氣的に接続される。雌端子部材21は、モータ特性制御手段である界磁コイル制御部32に電氣的に接続されている。

- このように、界磁コイル13に対する通電量は各端子部材19、21を介して
25 界磁コイル制御部32によって制御される。そして、この通電量制御により前述のように界磁コイル13において発生する磁束量が増減し、制御極10の励磁状態が変化して回転子5と固定子3との間の有効磁束量が制御される。

 さらに、回転子5にはその回転位置を検出するためのセンサロータユニット22が取り付けられている。このセンサロータユニット22は、アルミ製のセンサ

ロータ 23 にリングマグネット 24 を取り付けられた構成となっており、リングマグネット 24 は回転子 5 のマグネット 9 と同じ磁極数に着磁されている。これに対しエンドブラケット 2 側には、リングマグネット 24 と対向する位置に、ホール素子を用いたセンサユニット 25 が設けられている。そして、このセンサユニット 25 によってリングマグネット 24 の磁極変化を検出することにより、リングマグネット 24 と共に回転する回転子 5 の回転位置がわかるようになっている。

次に図 1 のモータの特性について説明する。まず、モータ駆動に際しては、固定子 3 の電機子コイル 11 にモータドライバ 31 から駆動信号が送出される。そして、この電機子コイル 11 への通電によって形成される回転磁界と回転子 5 のマグネット 9 および制御極 10 群による磁界の相互作用により回転子 5 が回転する。この場合、回転する回転子 5 の位置は、リングマグネット 24 の位置をセンサユニット 25 によって検出することによって時々刻々と計測される。そして、その情報がモータドライバ 31 に送信され、ドライバ 31 は回転子 5 を継続かつ安定して状態で回転させる。

ここで、当該モータでは界磁コイル 13 への通電方向および通電量を制御することにより、モータの特性を適宜変えることができる。図 3 は図 1 のモータの特性の一例を示す線図である。図 3 において、 I_F は界磁コイル 13 の電流を示す。また、その符号は制御極 10 の励磁方向を意味しており、+ は制御極 10 がマグネット 9 と異極となる方向に界磁電流を流す場合、- は制御極 10 がマグネット 9 と同極となる方向に界磁電流を流す場合を示している。

図 3 に示したように、当該モータではモータ特性を「低回転-高トルク型」と「高回転-低トルク型」との間で連続的に変化させることができる。すなわち、起動時は $I_F = 2$ (A) の状態で起動してトルクを稼ぎ、起動後は $I_F = 0 \sim -2$ (A) の状態へと移行させて回転数を稼ぐという使い方をすることが可能となる。

この場合、 $I_F = 0$ のときには制御極 10 にはマグネット 9 の磁極と反対極が現れ、回転子 5 の内周側にはマグネット 9 のみを磁束源とする磁極 N, S 極が交互に並ぶ。そして、電機子コイル 11 にはマグネット 9 による前述の ϕ_m が作用する。これに対し $I_F = 2$ (A) とすると、界磁コイル 13 は制御極 10 がマグネット 9 とは異なる磁極状態となるように通電され、回転子 5 の内周側にはマグネッ

ト 9, 界磁コイル 1 3 からの磁束が重畳された N, S 極が交互に並ぶ。このため、電機子コイル 1 1 に作用する有効磁束が増加し、当該モータは有効磁束が多い状態で通電され発生トルクが増大する。従って、起動時に大きなトルクが必要となる場合には、所望のトルクを発揮できる状態でモータを運転することが可能となる。

一方、 I_F の方向を変えると制御極 1 0 を通る磁束の向きが反転する。制御極 1 0 では、前述のようにマグネット 9 からの磁束と界磁コイル 1 3 からの磁束が合流しており、界磁コイル 1 3 による磁束量がマグネット 9 による磁束量を上回ると制御極 1 0 とマグネット 9 は同極性を示すようになる。

このため $I_F = -2$ (A) とすると、制御極 1 0 はマグネット 9 と同じ磁極状態となり、回転子 5 の内周側に一方の極がその強さを異にして並ぶことになる。従って、有効磁束が減少し、当該モータは有効磁束が少ない状態で通電され発生トルクが減少する。これにより、トルクよりも回転数を優先した運転が可能となり、低回転-高トルク型では達成できない高回転運転を実現できることになる。

このように当該モータでは、界磁電流ゼロ ($I_F = 0$) の時のモータ特性を基本とすると、界磁コイル 1 3 にわずかな界磁電流を印加することにより、界磁電流の方向・大きさに従って、そのモータ特性を幅広く制御することが可能となる。

ここで、図 1 のモータの負荷として、例えば起動時に $15 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$ のトルクが必要であり、起動後はトルクは $5 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$ 以上あれば良いが回転数が 3000

rpm 必要となるものを想定する。この場合、界磁コイル 1 3 に $I_F = 2$ (A) を通電して起動させると、図 3 から電機子コイル 1 1 に 20 (A) を通電することで必要なトルクが得られることがわかる。しかしながら、仮に制御極 1 0 がなくマグネット 9 のみで起動しようとする、図 3 の $I_F = 0$ (A) の線図から 25 (A) 程度のモータ電流が必要となる。すなわち、界磁コイル 1 3 と制御極 1 0 の作用により、界磁コイル 1 3 の分を考慮しても 3 (A) の電流が削減される。

次に、モータ起動後に回転数を 3000 rpm に上げようとする、 $I_F = 2$ (A) のままではそれは達成できない。そこで、界磁コイル 1 3 への通電方向を反転させ $I_F = -2$ (A) とすると、 $5 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$ のトルクを確保しつつ 3000 rpm の回転数を得ることができることがわかる。このときも、制御極 1 0 がなくマグネット

9のみで対応しようとする、3000rpmの回転数を得ることは可能であるが必要となるトルクが確保できないことになる。

このように本発明のモータによれば、従来、単体のモータでは対応しきれないような負荷変動の大きい用途においても、変速機等を用いたり出力を増大させたりすることなく当該モータのみで対応することが可能となる。また、負荷変動による負荷電流の変動を小さくしたり、使用回転数の範囲を拡大することなども可能となり、モータの用途を飛躍的に拡大することが可能となる。

(実施の形態2)

次に、実施の形態2として、本発明を適用したインナロータ型のブラシレスモータについて説明する。図4は本発明の実施の形態2であるブラシレスモータ(以下、モータと略記する)の主要部を示す正面断面図、図5は図4のモータにおける回転子と固定子の配置状態の概要を示す説明図である。なお、実施の形態1と同様の部材については同様の名称を用い、その詳細は省略する。

実施の形態2のモータでは、アルミ等の非磁性材料からなるフロントブラケット51と鉄等の磁性材料からなるリアブラケット52の中に、リアブラケット52に固定された固定子53と、固定子53のステータコア54の内周側に回転自在に設けられた回転子55とを配設した構成となっている。

ここで、回転子55は、出力軸であるロータシャフト56と一体に形成された回転子コア57と、この回転子コア57の図中右端側に形成された円筒形状の磁路誘導部(磁路形成部材)58とを備え、回転子コア57や磁路誘導部58は共に鉄等の磁性材料から形成されている。また、回転子コア57の内周には複数のマグネット(永久磁石)59が周方向に所定間隔を置いて、例えば、N極が外周側に来るように同極着磁状態で配設されている。さらに、これらのマグネット59の間には、磁性材料によって形成された制御極60が複数個、周方向に配設されている。

固定子53は、ステータコア54に電機子コイル61を3相Y結線に巻装した構成となっており、ここではステータコア54は9ポールに形成されている。そして、固定子53はブラケット51、52の内部において回転子55と同心に配置され、ボルト62によってフロントブラケット51に締結されている。また、

電機子コイル61は図示しないリード線によってモータドライバ（通電制御手段）81に接続されており、電機子コイル61の各相には、センサユニットからの信号に基づき、固定子53と回転子55との間に順次回転磁界が形成されるように通電される。

- 5 固定子53の内周面側には回転子55の回転子コア57が挿入されている。また、固定子53の内周面は、回転子55のマグネット59および制御極60群の外周面に所定のエアギャップを介して対向した状態になっている。すなわち、回転子55を固定子53の中央部に挿入した状態で、マグネット59および制御極60群が固定子53の内側を回転し得るように構成されている。
- 10 固定子53のリアブラケット52側の端面には、樹脂等の非磁性材のボビンに巻線された界磁コイル63が、回転子コア57を囲むように設けられている。この場合、界磁コイル63はコイルブラケット64によって保持されており、ボルト62によりステータコア54を介してフロントブラケット51に固定される。
- この界磁コイル63により、回転子コア57→制御極60→ステータコア54
15 →リアブラケット52→磁路誘導部58なる閉磁路 ϕ_F が形成される。これにより電機子コイル61には、マグネット59からの磁束と界磁コイル63からの磁束とを合成した有効磁束が作用する。そして、当該モータにおいても、モータ特性制御手段である界磁コイル制御部82によって界磁コイル63の通電方向や電流量を変化させることにより、回転子55と固定子53との間の有効磁束量が変
20 化しモータ特性を適宜制御できるようになっている。

- さらに、回転子55にはその回転位置を検出するためのリングマグネット74を取り付けられている。リングマグネット74は回転子55のマグネット59と同じ磁極数に着磁されている。これに対しフロントブラケット51側には、リングマグネット74と対向する位置に、ホール素子を用いたセンサユニット75が
25 設けられている。そして、このセンサユニット75によってリングマグネット74の磁極変化を検出することにより、リングマグネット74と共に回転する回転子55の回転位置が検出される。

次に図4、5のモータの特性について説明する。まず、モータ駆動に際しては、固定子53の電機子コイル61にモータドライバ81から駆動信号が送出される。

そして、この電機子コイル61への通電によって形成される回転磁界と回転子55のマグネット59および制御極60群による磁界の相互作用により回転子55が回転する。この場合、回転する回転子55の位置は、センサユニット75によって時々刻々と計測され、ドライバ31はその情報に基づき回転子5を回転させる。

ここで、当該モータにおいても界磁コイル63への通電方向および通電量を制御することにより、モータの特性を適宜変えることができる。図6、7は図4、5のモータの特性の一例を示す線図であり、図6はモータ電流と回転数および出力との関係を示している、図7はモータ電流と回転数およびトルクとの関係を示している。

図6、7に示したように、当該モータでもそのモータ特性を「低回転－高トルク型」と「高回転－低トルク型」との間で連続的に変化させることができる。なお、当該実施の形態では、界磁コイル63への通電方向は変更せず通電量を「大⇄中⇄小」と変化させて、界磁コイル63による磁束量を変えている。図中における「界磁大」等の表現は、この界磁コイル63への通電量の大小に対応している。

図6、7からわかるように、当該モータでは「界磁大」のときには低回転－高トルク（高出力）のモータとして機能する。また、界磁コイル63への通電量を小さくすると（「界磁中」、「界磁小」）、それに伴い高回転－低トルク（低出力）型へとモータ特性が変化して行く。従って、当該モータにおいても、起動時は「界磁大」の状態では起動してトルクを稼ぐ、起動後は「界磁中→界磁小」状態へと移行させて回転数を稼ぐという使い方をすることが可能となる。

例えば、図6、7に示したように、起動（回転数0）から所定回転数（例えば550rpm）までは、「界磁大」（回転数線図のうち最も下にある特性）とすることにより、高トルク・高出力にて（トルク線図や出力線図にて最も上にある特性）運転することができる。

次に、回転数がある程度以上となったところで、界磁コイル63への通電量の中へと小さくして行く。すると、実施の形態1にて説明したように、界磁コイル63からの磁束量が減少し、制御極60の磁力が弱まり電機子コイル61に作用する有効磁束が減少する。従って、モータの特性は図6、7における「界磁中」

線図へとシフトし、特性が高回転－低トルク側へ移行する。

さらに、「界磁中」での運転において所定の回転数（例えば650 rpm）まで達した場合には、界磁コイル63への通電量をさらに小さくする。これにより、電機子コイル61に作用する有効磁束がさらに減少し、モータの特性は「界磁小」線図へとシフトし、当該モータは高回転－低トルク型として機能することになる。なお、図中では線図間を直接移行するよう記載されているが、界磁電流量を徐々に変化させることにより、その特性が連続的に変化するよう制御することも勿論可能である。

一方、このような特性を備えた本発明のモータは、例えば二輪車用エンジンのスタータモータとして使用できる。図8は、当該モータを二輪車用エンジンのスタータモータとして使用した場合のモータ特性を示す説明図である。なお、ここでは実施の形態1のモータを用いた場合を想定しているが、実施の形態2のモータを適用しても良いことは勿論である。

二輪車用エンジンでは、その起動時における圧縮行程の乗り越し時に負荷が最大となる。従って、スタータモータとしては、モータ始動から第1回目の乗り越しまでに、エンジンのクランクシャフトをできるだけ高い回転数に上げることが望まれる。このとき、従来のモータでは、低回転－高トルク型では立ち上がりは良いがその後回転数が上がらない。一方、高回転－低トルク型のモータでは立ち上がりが良くないため乗り越し時までには回転数を上げることができない。

そこで、本発明によるモータをスタータモータとして適用すると、低回転－高トルク型で素早く立ち上げた後、高回転－低トルク型として回転数を可能な限り高めるという制御が可能となる。すなわち、図8に示したように、まず「界磁大」にてモータを起動し（図8の一点鎖線）、低回転－高トルク型において回転数が飽和状態となる前に「界磁中」にシフトさせる。そして、「界磁中」にて回転数を高め（図8の実太線）、回転数が飽和状態となってきたところで「界磁小」とし、モータを高回転型に切り換える（図8の点線）。

これにより、クランクシャフトの回転を高トルク型モータにて素早く立ち上げ、その後高回転型モータによりシャフト回転数を最大限に高めることができる。従って、第1回目の圧縮行程の乗り越しを、エネルギーを極大化して対応することが

でき、小さなモータ体格にて理想的なエンジン起動制御が実現できる。

本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

たとえば、実施の形態1における界磁電流値や、実施の形態2における界磁切り換え制御タイミング等はあくまでも一例であり、本発明が前記の例に限定されないのは言うまでもない。すなわち、界磁切換の条件として回転数だけでなく、回転数変化率や負荷トルク、切換スイッチ等を用いても良い。

また、図8に本発明のモータの適用例として、二輪車用エンジンのスタータモータを示したが、その適用対象はこれには限定されず、例えば、速度を切り換えて使用するプロアモータや、トルク変化に対して一定回転で機構を作動させるアクチュエータや、速度、負荷共に変化するゴルフカートのようなモータカーや、電気自動車等に使用する原動機モータなどにも応用可能である。

産業上の利用可能性

15 本発明のブラシレスモータは、界磁子として、同極着磁された永久磁石の間に磁性材料からなる制御極を配設すると共に、制御極を通る閉磁路を形成する界磁コイルを設け、界磁コイルへの通電方向や通電量の制御により有効磁束量を制御してモータ特性を変化させるようにしたことにより、同一電源電圧・同一巻線仕様コイルのモータにおいて、界磁電流ゼロの時のモータ特性を基本に、わずかな
20 界磁電流の印加により、その界磁電流の方向・大きさに従ってモータ特性を幅広く制御することが可能となる。従って、ひとつのモータを、低回転－高トルク型としても、また高回転－低トルク型としても使用することができ、モータの小型化や消費電流の削減、設計自由度の向上などを図ることが可能となる。

また、制御極を使用する分、マグネットの使用量を半減させることができるので、高価なマグネットを使用するモータにおいて大幅なコストダウンが実現できる。
25

さらに、オール界磁コイルタイプのモータに比して、界磁入力の相当分をマグネットが負担することになるため、特に小出力モータにおいて、高効率のモータを実現することが可能となる。

加えて、従来の弱め界磁法に比して、本発明では有効磁束そのものを変化させるようにしているため、進角調整時のように鉄損による損失が増加するという問題がなく、高効率のモータが実現できる。

請求の範囲

1. 電機子コイルが巻装された固定子と、前記固定子の内側または外側に回転自在に配設された回転子と、前記回転子の位置を検出する回転子位置検出手段と、
5 前記回転子位置検出手段の検出結果に基づき前記電機子コイルと前記回転子との間に回転磁界が形成されるように前記電機子コイルに対し通電を行う通電制御手段とを有してなるブラシレスモータであって、

前記回転子に設けられ、同極に着磁された複数の永久磁石と、前記永久磁石の間に配設された磁性材料からなる複数の制御極とを備えた界磁子と、

- 10 前記制御極を通る閉磁路を形成する界磁コイルと、

前記界磁コイルへの通電方向と通電量の少なくとも何れか一方を制御することにより前記界磁コイルが発生する磁束を変化させ、前記回転子と前記固定子の間に作用する有効磁束量を制御してモータ特性を変化させるモータ特性制御手段とを有することを特徴とするブラシレスモータ。

15

2. 中央に空隙部を有するステータコアに電機子コイルを巻装してなる固定子と、磁性材料からなり前記固定子の外側に回転自在に配設された有底円筒形状のヨークを備えた回転子と、前記回転子の位置を検出する回転子位置検出手段と、
20 前記回転子位置検出手段の検出結果に基づき前記電機子コイルと前記回転子との間に回転磁界が形成されるように前記電機子コイルに対し通電を行う通電制御手段とを有してなるブラシレスモータであって、

前記回転子に設けられ、同極に着磁された複数の永久磁石と、前記永久磁石の間に配設された磁性材料からなる複数の制御極とを備えた界磁子と、

- 25 前記回転子の中心部に軸方向に沿って突設され、前記固定子の前記空隙内に前記固定子との間にエアギャップを有して配設された磁性材料からなるボスロータと、

前記ボスロータを囲む方向に巻線された状態で前記ヨークの底部と対向して前記固定子に配設され、前記ボスロータ、前記ヨーク、前記制御極、前記ステータコアを通る閉磁路を形成する界磁コイルと、

前記界磁コイルへの通電方向と通電量の少なくとも何れか一方を制御することにより前記界磁コイルが発生する磁束を変化させ、前記回転子と前記固定子の間に作用する有効磁束量を制御してモータ特性を変化させるモータ特性制御手段とを有することを特徴とするブラシレスモータ。

5

3. 電機子コイルを巻装してなるステータコアと前記ステータコアを保持する磁性材料によって形成されたブラケットとを備えた固定子と、磁性材料からなり前記固定子の内側に回転自在に配設された回転子コアを備えた回転子と、前記回転子の位置を検出する回転子位置検出手段と、前記回転子位置検出手段の検出結果に基づき前記電機子コイルと前記回転子との間に回転磁界が形成されるように前記電機子コイルに対し通電を行う通電制御手段とを有してなるブラシレスモータであって、
- 10

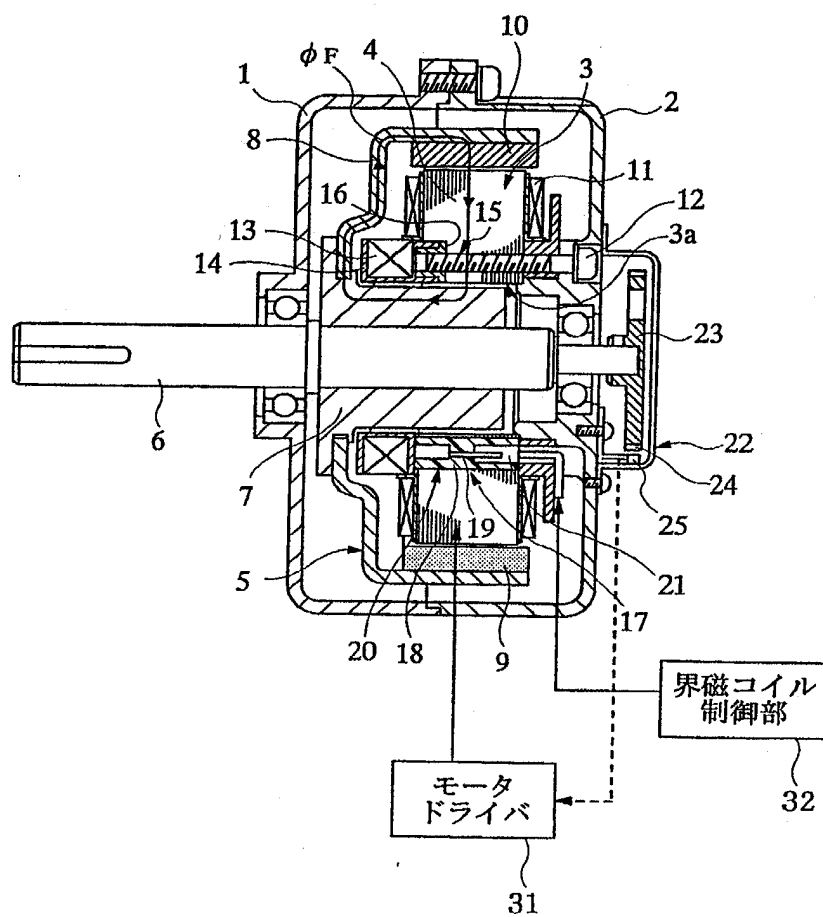
前記回転子に設けられ、同極に着磁された複数の永久磁石と、前記永久磁石の間に配設された磁性材料からなる複数の制御極とを備えた界磁子と、

- 15 前記回転子コアから径方向に沿って突設され、前記固定子との間にエアギャップを有して配設された磁性材料からなる磁路形成部材と、

前記回転子コアを囲む方向に巻線された状態で前記固定子側に配設され、前記回転子コア、前記制御極、前記ステータコア、前記ブラケットおよび前記磁路形成部材を通る閉磁路を形成する界磁コイルと、

- 20 前記界磁コイルへの通電方向と通電量の少なくとも何れか一方を制御することにより前記界磁コイルが発生する磁束を変化させ、前記回転子と前記固定子の間に作用する有効磁束量を制御してモータ特性を変化させるモータ特性制御手段とを有することを特徴とするブラシレスモータ。

図 1



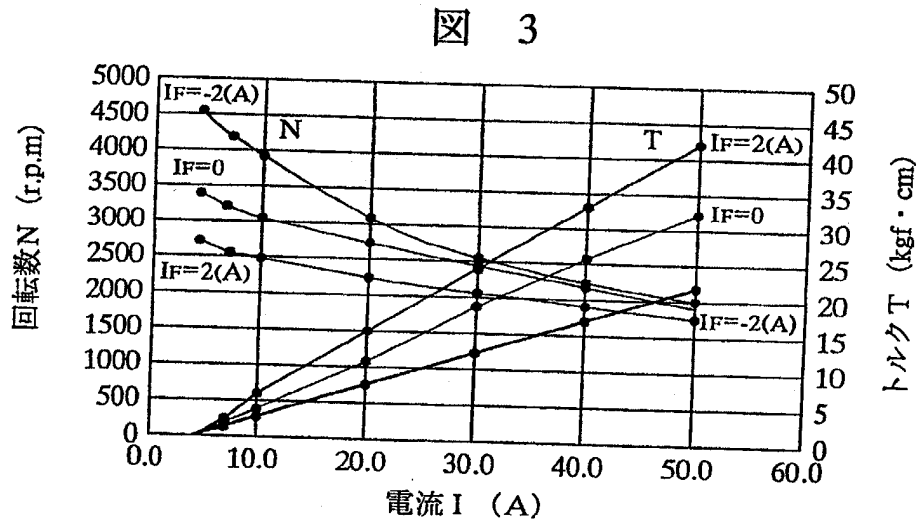
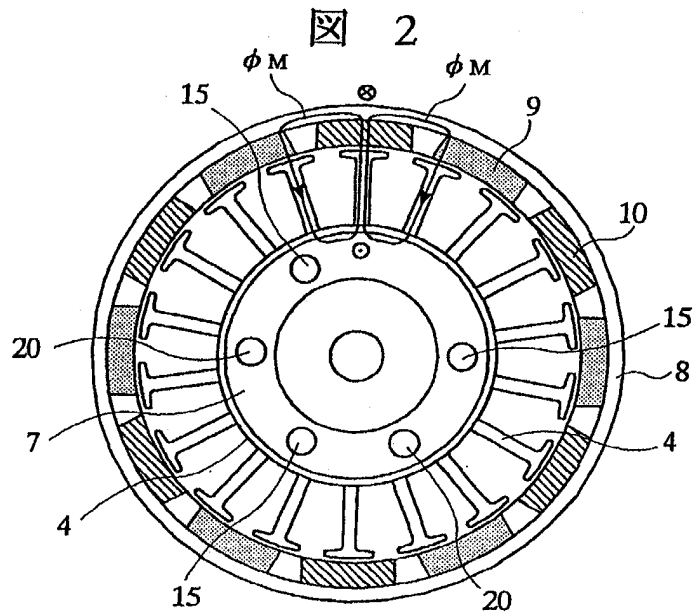


図 4

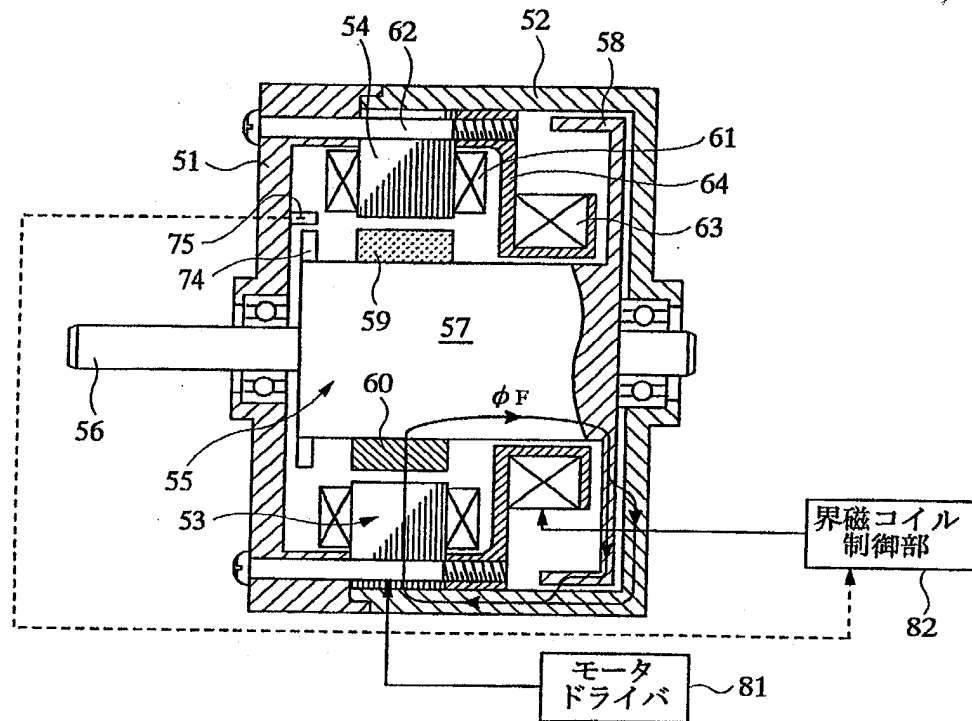


図 5

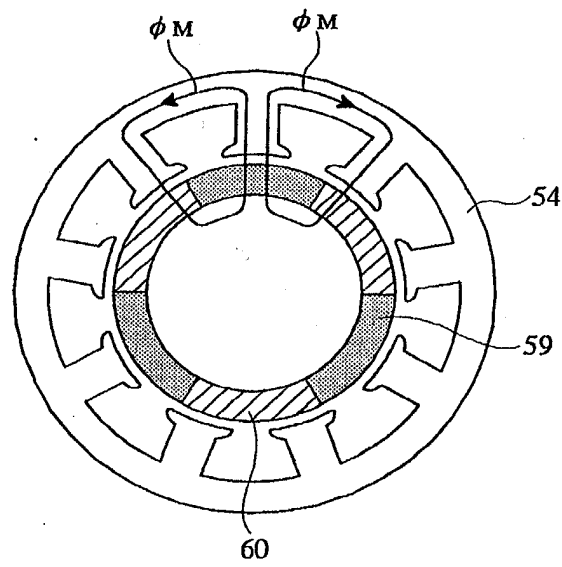


図 6

モーター特性切り替え

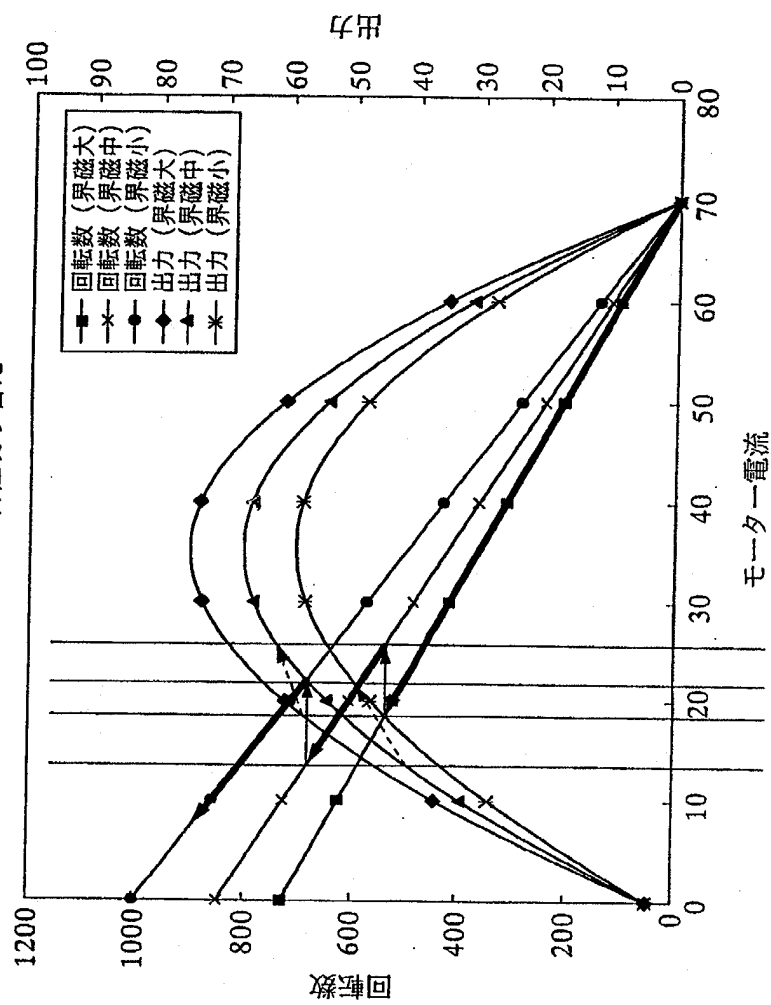


図 7

モーター特性切り替え

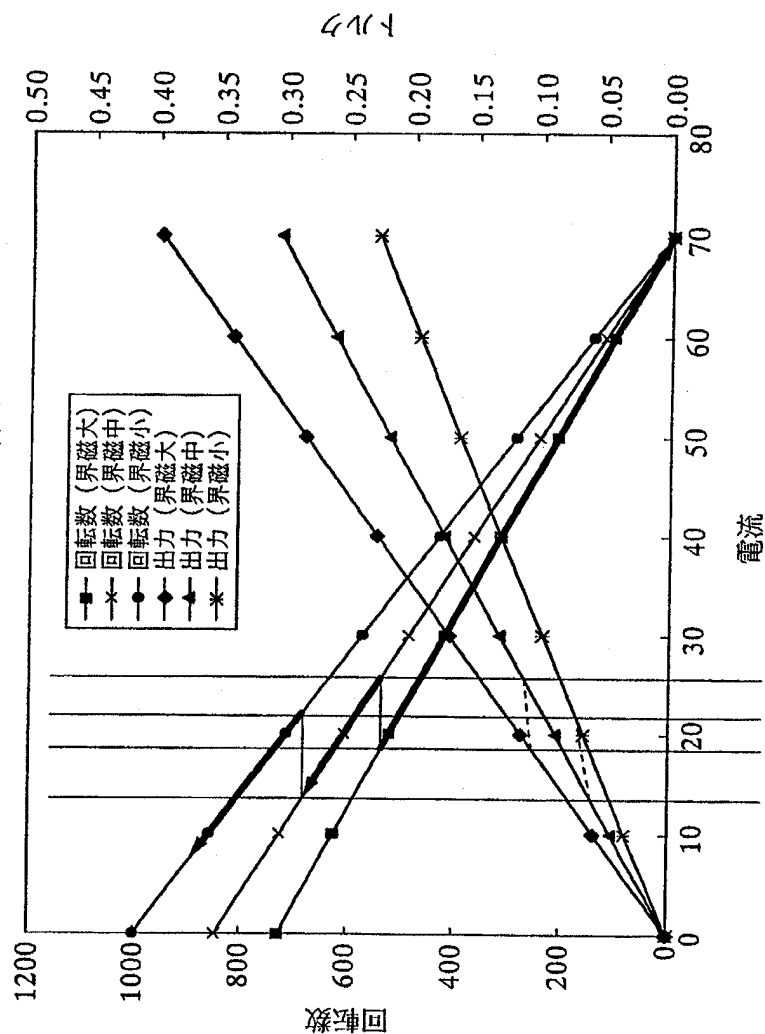


図 8

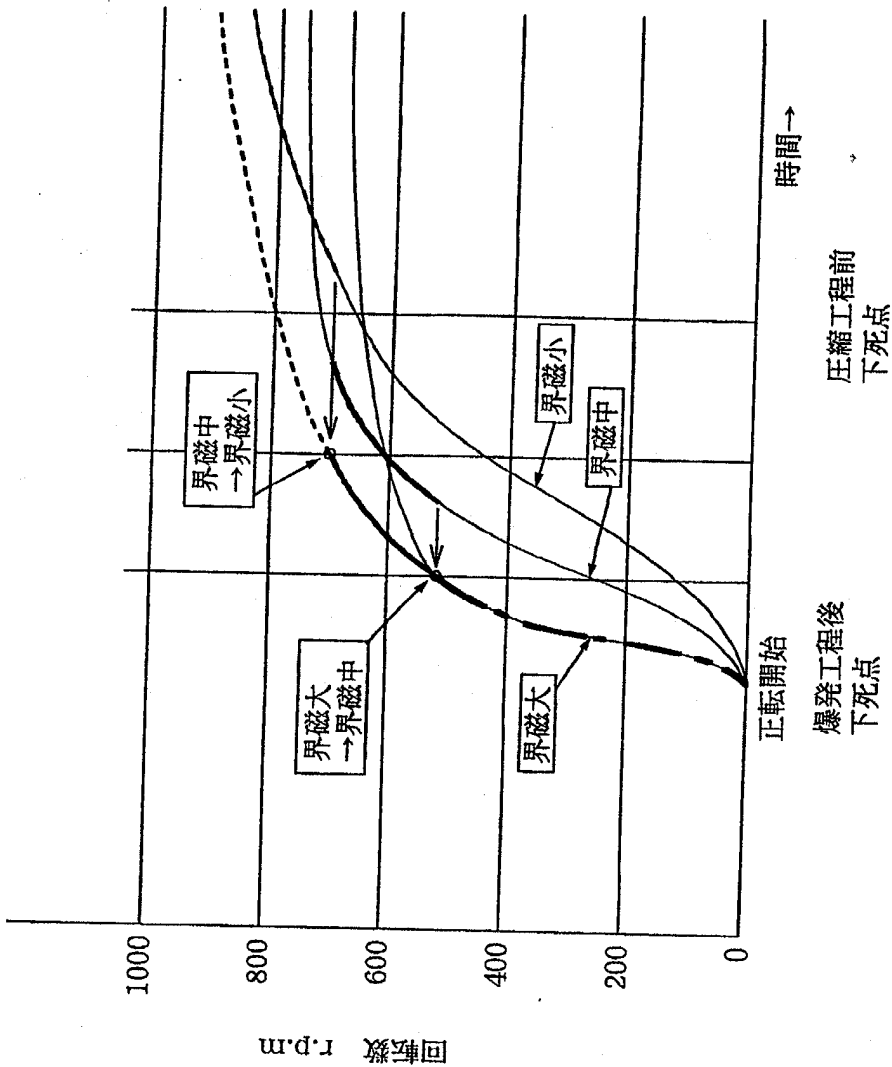


図 9

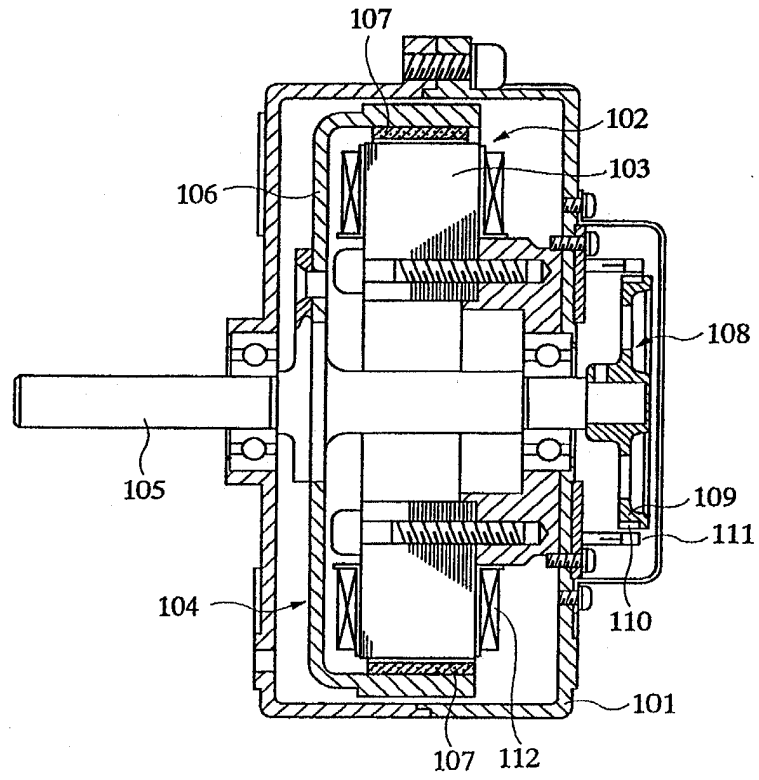
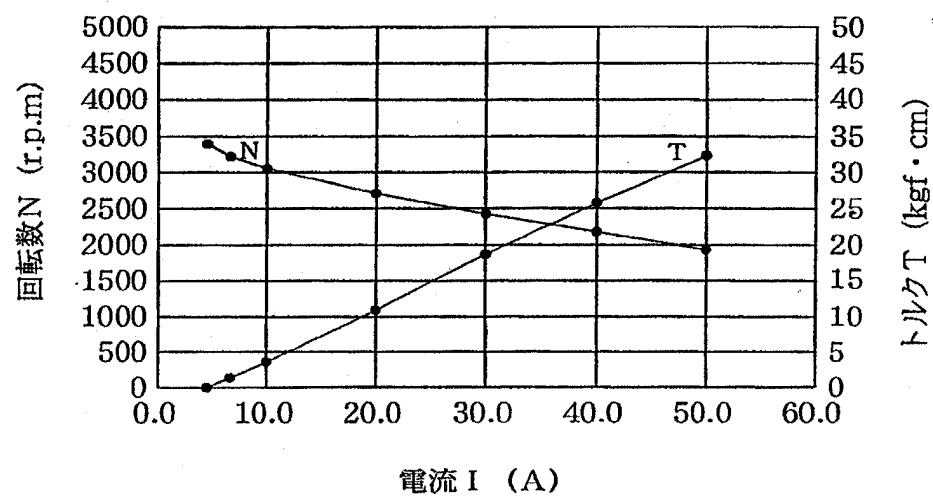


図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02566

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H02K 29/00, 21/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H02K 29/00, 21/00, 1/27Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No.168158/1985 (Laid-open No.78072/1987) (Kabushiki Kaisha Yasukawa Denki Seisakusho), 19 May, 1987 (19.05.87), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-3
Y	JP, 10-178752, A (Sony Corporation), 30 June, 1998 (30.06.98), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-3
Y	JP, 9-172760, A (Mitsuba Corporation), 30 June, 1997 (30.06.97), Par. Nos. [0010]-[0016]; Fig. 1 & FR, 2742607, A & IT, 96841029, A & US, 5767601, A	2
Y	US, 4656379, A (THE GARRETT CORPORATION), 07 April, 1987 (07.04.87), page 8, line 55 to page 9, line 10; Fig. 13 & US, 4631435, A & IL, 80956, A	3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
17 July, 2000 (17.07.00)Date of mailing of the international search report
25 July, 2000 (25.07.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02566

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	<p>& JP, 62-147936, A & EP, 228872, A & EP, 228873, A</p>	

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/02566

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H02K 29/00, 21/14		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H02K 29/00, 21/00, 1/27		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2000年 日本国登録実用新案公報 1994-2000年 日本国実用新案登録公報 1996-2000年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願60-168158号 (日本国実用新案登録出願公開62-78072号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社安川電機製作所) 19. 5月. 1987 (19. 05. 87) 全文、第1-5図 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP, 10-178752, A (ソニー株式会社) 30. 6月. 1998 (30. 06. 98) 全文、第1-6図 (ファミリーなし)	1-3
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
17. 07. 00	25.07.00	
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	
日本国特許庁 (ISA/JP)	安池 一貴	
郵便番号100-8915	3V 9150	
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	電話番号 03-3581-1101 内線 3356	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 9-172760, A (株式会社ミツバ) 30. 6月. 1997 (30. 06. 97) 段落番号【0010】-【0016】、図1 &FR, 2742607, A &IT, 96841029, A &US, 5767601, A	2
Y	US, 4656379, A (THE GARRETT CORPORATION) 7. 4月. 1987 (07. 04. 87) 第8頁第55行-第9頁第10行、図13 &US, 4631435, A &IL, 80956, A &JP, 62-147936, A &EP, 228872, A &EP, 228873, A	3